

Tommi Rantala

Putkimaston perustaminen

Opinnäytetyö

Syksy 2015

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työjohdon koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Tommi Rantala

Työn nimi: Putkimaston perustaminen

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 48

Liitteiden lukumäärä: -

Tässä opinnäytetyössä käsitellään yleisellä tasolla mastoja sekä tarkastellaan putkimaston rakennusprosessin kulkua. Opinnäytetyö voidaan jakaa kolmeen pääosiin, joissa käsitellään yleisiä asioita mastoista, maston valmistelevia töitä sekä putkimaston perustustöitä.

Opinnäytetyön alussa kerrotaan mastoista yleisesti. Kappaleessa käsitellään muun muassa mastotyyppejä, mastoluokkia, mastotyöskentelyä, maston ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä sekä maston ympärille sijoittuvia rakenteita. Lisäksi tarkastellaan liikennealueiden ja perustusten suunnittelussa huomioon otettavia asioita.

Maston valmistelevien töiden osiossa käydään lävitse ennen rakentamisprosessiin ryhtymistä tehtäviä toimenpiteitä. Osiossa käsitellään mastoille suoritettavia tarveselvityksiä, lupahakemuksia sekä rakennuspaikoille tehtäviä maaperätutkimuksia ja kaapelikartoituksia.

Opinnäytetyön kolmannessa pääosiossa käydään lävitse yleisiä ohjeita kantavalle maaperälle rakennettavan putkimaston perustamiseen liittyen. Putkimaston perustustyöt eritellään maanrakennus-, perustus-, maadoitus-, sekä pystytystöiden osioihin. Maanrakennustöiden-osiossa käsitellään raivaus- sekä maankaivutöitä. Perustustöiden-osiossa tarkastelussa ovat muotti-, raudoitus-, betonointityöt sekä kaivanon täyttötöyt ja laittilan perustustyöt. Putkimaston maadoitustöiden-osiossa käydään lävitse maston sekä laittilan maadoitustöitä. Putkimaston pystytystöiden-osiossa tarkastellaan maston kokoamista, pystytystä sekä käyttöönottoa ja takuu-aikaa.

Avainsanat: Mastot, perustukset, matkaviestinverkot, teräsrakentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Tommi Rantala

Title of thesis: The tubular mast's foundation

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2015

Number of pages: 48

Number of appendices: -

The thesis deals with masts on a general level as well as examines the construction process of tubular masts. The thesis was divided into three main chapters that deal with general issues of masts, the preparation works of masts and the tubular masts' foundation works.

In beginning the thesis describes masts in general. The chapter takes a look at, among other things, mast types, mast categories, mast working, the factors that affect a mast's appearance and the structures that are placed around the mast. The section also examines issues that need to be considered when designing masts' traffic areas and foundations.

The chapter about masts' preparation works goes through things that have to be done before a construction process can be started. The chapter deals with masts' required explanations, license applications, as well as testing construction sites' soil and surveying cables.

The third main part of the thesis studies general guidelines for founding a tubular mast on solid soil. The tubular mast's foundation works are divided into excavation, foundation and grounding works, as well as erection works of the tubular mast. The part on excavation works deals with clearance and excavation works. The chapter about foundation works is divided into formwork operations, reinforcement works, concreting works as well as barrow pit's filling works and equipment bay's foundation works. The chapter on tubular mast's grounding works contemplates masts and the equipment bay's grounding works. The chapter on the erection of tubular mast examines the assembling and lifting works of a mast as well as commissioning and the warranty period.

Keywords: mast, foundation, mobile network, steel construction

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	8
2 YLEISTÄ MASTOISTA.....	9
2.1 Mastotyytit.....	9
2.2 Mastoluokat.....	10
2.3 Mastotyöskentely	12
2.4 Maston ulkonäköön vaikuttavat tekijät	12
2.5 Maston lähiympäristöön sijoittuvat rakenteet	14
2.5.1 Laitetila	15
2.5.2 Kaapelivaraukset	15
2.5.3 Varoituskyltit	17
2.6 Liikennealueiden suunnittelu.....	17
2.7 Perustamistavan suunnittelu	18
3 MASTON VALMISTELEVAT TYÖT	20
3.1 Tarveselvitys	20
3.2 Lupahakemukset.....	20
3.3 Maaperätutkimus	22
3.4 Alueella sijaitsevat kaapelit	23
4 PUTKIMASTON MAANRAKENNUSTYÖT	25
4.1 Raivaustyöt	25
4.2 Kaivutyöt	26
5 PUTKIMASTON PERUSTUSTYÖT	28
5.1 Muottityöt	28
5.2 Raudoitustyöt	30
5.3 Betonointityöt	32
5.3.1 Betonin tiivistystyöt	33

5.3.2	Betonin jälkihoito.....	34
5.3.3	Talvibetonointi.....	35
5.4	Täyttötyöt.....	37
5.5	Laitetilan perustustyöt.....	37
6	PUTKIMASTON MAADOITUSTYÖT.....	39
6.1	Vapaasti seisovan maston maadoitustyöt.....	39
6.2	Laitetilan maadoitustyöt.....	41
7	PUTKIMASTON PYSTYTUSTYÖT.....	42
7.1	Putkimaston kokoamistyöt.....	42
7.2	Putkimaston pystytystyöt.....	42
7.3	Käyttöönottotarkastus ja takuuajat.....	45
8	YHTEENVETO.....	46
	LÄHTEET.....	47

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Merkattu mastopaikka.....	23
Kuva 2. Putkimaston anturan betonointityöt.....	34
Kuva 3. Putkimaston nosto yhteisnostona	43
Kuva 4. Valmis pystytetty putkimasto.....	44
Kuva 5. Tikashyllyn liittyminen laitetilaan	45
Kuvio 1. Erilaisia mastotyyppejä vertailussa mittakaavallisesti	10
Kuvio 2. Maston lähiympäristöön liittyvät rakenteet	16
Kuvio 3. Putkimaston raudoituspiirustus	31
Kuvio 4. Peruspulttikehän sijainti- ja raudoituspiirustus	32
Kuvio 5. Vapaasti seisovan maston maadoitus.....	40
Kuvio 6. Putkimaston liittyminen perustuksiin	44

Käytetyt termit ja lyhenteet

Masto	Tukirakenne, joka toimii erilaisten antennilaitteiden sijoituspaikkana. Toimii myös valaisimien sijoituspaikkana esimerkiksi urheilukentillä ja ulkovarastoalueilla.
Tukiasema	Yhdistää langattomassa tietoliikenteessä päätelaitteen, kuten matkapuhelimen tai tietokoneen, radioteitse kiinteään verkkoon.
Laitetila	Energia- ja televerkkolaitteiden suojarakennus, joihin sijoitetaan muun muassa maasulkuvirran kompensointilaitteita, tukiasemalaitteita ja generaattoreita.
Varausputki	Sähkö- ja telekaapelille maahan kaivettava putki myöhemmä kaapelin asennusta varten.
Harus	Teräsvaijeri, jolla masto tuetaan pystyyn. Haruksen toinen pää kiinnitetään mastoon ja toinen joko haruslaattaan tai ankkuroidaan kallioon.
Pulttikehä	Vaneri- tai teräslevyyn kiinnitettävä kehä määrämittäisiä peruspultteja, jotka nostetaan ennen betonointitöitä putkimaston pilarimuotin päälle tukipuiden varaan. Putkimasto pystytetään myöhemmin kyseisen kehän varaan.
Lentoestevalo	Korkeissa paikoissa käytettävä varoitusvalo. Mastoissa varoitusvalot ovat oltava normien mukaan.
Lyöntipaalu	Paalutuksessa käytettävä, yleisemmin puu- teräs tai teräsbetonista valmistettu. Teräsbetonipaaluja käytetään myös mastorakentamisessa laittilan perustuksina.
Turvatikas	Maston kylkeen kiinnitettävät, kiipeämisen mahdollistavat tikkaat. Mastoissa käytettävät turvatikkaisiin sisältyy usein turvakisko.

Turvakisko	Teräsrakenteinen turvaprofiili, jonka sisällä kiipeäjään kiinnitetty turvavaunu liikkuu.
Turvavaunu	Henkilökäyttöön suunniteltu laite, joka kytketään turvakiskorakenteisiin. Suunniteltu suojaamaan henkilöä putoamiselta.
Kiipeilyeste	Maston runkoon asennettava metallilevy, jolla estetään luvaton kiipeäminen tikkailla.
Selkäkaari	Putoamissuoja, joka on selänpuolella. Nousukorkeuden ylittäessä 8m tikkaat on varustettava selkäkaarella tai turvakiskolla.
Tikashylly	Vaakatikas, joka asennetaan mastosta laitetilaan myöhemmin tulevia kaapeleita varten.
KeVi	Maadoitusjohdin, jonka väriksi on sovittu kelta-vihreä.
Muottiside	Teräksestä tai puusta tehty tukiside, joilla pilarimuotti kierretään ja jäykistetään. Pyritään estämään muotin hajoaminen betonointityön yhteydessä.
Mastotyö	Tarkoitetaan maston pystytys- ja purkutyötä, tai mitä tahansa mastossa tehtävää työtä.
Mastotyöntekijä	Henkilö, joka osallistuu mastotöihin ja on saanut mastotyökoulutuksen.

1 JOHDANTO

Mastoja rakennetaan keskimäärin 200 kappaletta vuodessa, osan korvaten vanhoja mastoja. Mastot toimivat erilaisten antennilaitteiden tai vaihtoehtoisesti valaisimien sijoittamispaikkoina. Tässä opinnäytetyössä tullaan yleisesti käsittelemään kyseisten mastojen rakentamiseen liittyviä ohjeita ja määräyksiä.

Tavoitteena opinnäytetyöllä on luoda lukijalle yleinen käsitys mastoista sekä maston rakennusprosessin etenemisestä. Innostus opinnäytetyön aiheeseen syntyi työharjoittelun kautta mastorakentamisen parissa työskennellessäni.

Opinnäytetyössä käsiteltävän putkimaston perustustyöt rajautuvat kantavalle maaperälle rakennettavaan perustukseen. Muut putkimaston perustustyyppit, kuten paa-lutettuna, kalliotartuntana tai louhittuna kalliopaikkana tehdyt perustukset, jäävät opinnäytetyön ulkopuolelle. Opinnäytetyöhön ei myöskään sisälly muiden mastotyyppien perustustapoja. Osaa työohjeista voidaan kuitenkin soveltaa muiden mastotyyppien perustusten kohdalla käytettäväksi. Putkimaston pystytystöissä tullaan käsittelemään ainoastaan teräsrakenteen pystyttämistä. Mastoon tehtäviä antennilaitteiden tai valaisimien asentamista ei opinnäytetyössä tulla käsittelemään.

2 YLEISTÄ MASTOISTA

2.1 Mastotyypit

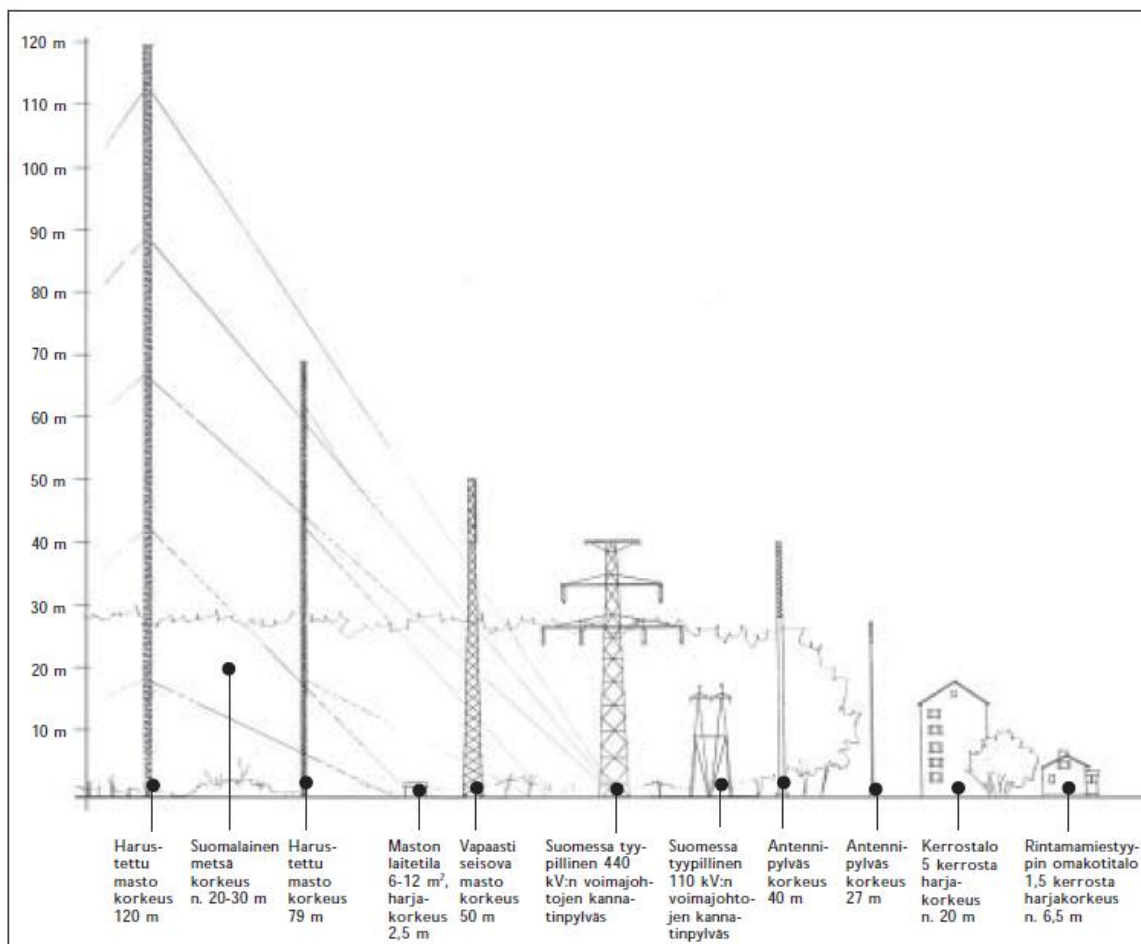
Mastot voidaan lukea kahteen eri päätyyppiin, harustettuihin mastoihin, eli vaijereilla tuettuihin ja vapaasti seisoviin mastoihin. Tyypillisesti harustetut mastot ovat poikkileikkaukseltaan kolmion muotoisia ristikkomastoja. Harustettu masto ei kapene alhaalta ylöspäin ulkomuodon ollen näin varsin siro. Harustetut mastot ovat hyvä vaihtoehto paikkoihin, joissa on paljon tilaa ja harusvaijereista ei ole haittaa kulkemiselle tai muille rakennuksille. Suurin osa harustetuista mastoista on 70–100 metriä korkeita. (Weckman & Yli-Jama 2003, 8.)

Harustetun maston korkeus voi kuitenkin olla huomattavasti suurempi. Esimerkkinä Hollolassa sijaitseva Tiirismaan radio- ja televisiomasto, jonka korkeus on 327 metriä ja samalla Suomen korkein rakennelma. (Wikipedia 2015.)

Vapaasti seisovat mastot voidaan jakaa ristikkomastoihin ja putkimastoihin. Vapaasti seisovien mastojen etuna voidaan katsoa pienempi tilantarve harustettuihin mastoihin verrattuna. Pienestä tilantarpeesta johtuen vapaasti seisovat mastot sopivat asutuksen keskelle harustettuja mastoja paremmin. Rakenteeltaan vapaasti seisovat ristikkomastot ovat lähes poikkeuksetta alhaalta ylöspäin kapenevia. Poikkileikkaukseltaan yleisimpiä ovat joko kolmion tai neliön muotoiset. Vapaasti seisovien ristikkomastojen korkeus vaihtelee 30 metristä 60 metriin. (Weckman & Yli-Jama 2003, 8.)

Putkimasto on kaikista mastotyypeistä huomaamattomimman näköinen. Toinen yleisesti käytetty nimitys putkimastolle on antennipylväs. Parhaiten masto soveltuu taajamiin huomaamattoman sinkityn putkirungon sekä mataluutensa ansioista. Putkimaston korkeus vaihtelee 15–40 metriin. Matalasta korkeudesta johtuen putkimastoihin sijoitettujen antennilaitteiden peittoalue on kuitenkin rajatumpi kuin korkeampiin ristikkomastoihin sijoitettujen. Näin ollen on putkimastoja rakennettava tiheämmin. (Weckman & Yli-Jama 2003, 8.)

Antennilaitteita voidaan sijoittaa myös olemassa oleviin rakennuksiin. Sijoituspaikoina voi toimia esimerkiksi kerrostalojen katot, korkeat savupiiput tai vesitornit. Rakennuksiin sijoitettavien antennipylväiden korkeus on muutamia metrejä. (Weckman & Yli-Jama 2003, 8.) Kuviossa 1. vertaillaan erilaisia mastotyyppejä mittakaavallisesti.



Kuvio 1. Erilaisia mastotyyppejä vertailussa mittakaavallisesti (Weckman & Yli-Jama 2003, 7).

2.2 Mastoluokat

Mastot voidaan jakaa kolmeen luokkaan niiden tärkeyden, käyttöarvon ja korjattavuuden perusteella (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 8).

Mastoluokkaan A luetaan kuuluviksi mastot, joiden sortuminen aiheuttaa vaaraa henkilöturvallisuudelle tai aiheuttaa oleellista haittaa kansallisille tai kansainvälisille yhteyksille. Samoin luokkaan A kuuluvat mastot, joiden uudelleen rakentaminen vie

paljon aikaa tai aiheuttaa suuria kustannuksia. Tärkeiksi luonnehdittavat A-luokan mastot ovat käyttöikänsä keskimäärin 50 vuotta. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 8-9.)

Mastoluokkaan B luetaan kuuluviksi mastot, joiden sortuminen aiheuttaa rajoitettua haittaa kansainvälisille yhteyksille. Sortumistapauksissa yhteydet voidaan hoitaa varayhteyksillä tai tilapäismastoilla. Uuden B luokkaan kuuluvan maston rakentamiseen ei mene kohtuuttomasti aikaa tai kustannuksia. Tavallisiksi mastoiksi luonnehdittavat B-luokan mastot ovat käyttöikänsä keskimäärin 30 vuotta. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 8-9.)

Mastoluokkaan C luetaan kuuluviksi mastot, joiden sortuminen aiheuttaa vain paikallista haittaa. Maston sijoittaminen vaativampaan luokkaan lisäisi oleellisia lisäkustannuksia. Olennaista C luokkaan kuuluville mastoille on, että ne ovat nopeasti ja halvalla korjattavia tai niiden suunniteltu käyttöikä on pieni. Toisarvoisiksi luonnehdittavat C-luokan mastot ovat käyttöikänsä keskimäärin 10 vuotta. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 8–9.)

Mastoluokan valinnassa noudatetaan harkintaa, koska siitä määräytyvät ne kuormitusolettamukset, mitoitusmenetelmät ja materiaalivaatimukset, joita noudatetaan. Mastoluokkaa B suositellaan käytettäväksi epäselvissä tapauksissa. Luokkaan A luetaan kuuluvaksi mastot, jotka sijaitsevat asutuskeskuksien, vilkasliikenteisten teiden varsilla, puistoalueilla yms. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013,8–9.)

Mastoluokka vaikuttaa mastojen määräaikaishuollon toteuttamisen.

- Mastoluokkaan A kuuluvien mastojen määräaikaishuollot suoritetaan viiden vuoden välein.
- Mastoluokkaan B kuuluvien mastojen määräaikaishuollot suoritetaan kahdeksan vuoden välein.
- Mastoluokkaan C kuuluvien mastojen määräaikaishuollot suoritetaan kymmenen vuoden välein. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 8–9.)

2.3 Mastotyöskentely

Mastotyöllä tarkoitetaan maston pystytys- ja purkutyötä tai mitä tahansa mastossa tehtävää työtä. Mastotyöntekijällä tarkoitetaan henkilöä, joka osallistuu mastotöihin ja on saanut mastotyökoulutuksen. Mastotyöntekijäksi katsotaan riippumatta siitä, työskenteleekö henkilö mastossa tai maassa. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 6.)

Mastotyöntekijän on oltava 18 vuotta täyttänyt mastotöihin soveltuva henkilö. Mastotyöntekijällä on oltava mukanaan voimassa oleva kirjallinen mastotyölupa. Mastotyöluvan myöntää mastotöistä vastaava esimies. Kirjallisessa luvassa on oltava esimiehen allekirjoitus ja voimassaolomerkintä. Luvassa määritellään, saako kyseinen henkilö kiivetä mastoon. Mastoon kiipeämisen sallivan mastotyöluvan myöntäminen edellytetään lääkärintodistusta. Mastoon kiipeäminen perustuu vapaaehtoisuuteen. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 7.)

2.4 Maston ulkonäköön vaikuttavat tekijät

Maston ulkonäkö määräytyy pääosin mastoluokan ja teknisten vaatimusten mukaan. Maston korkeuden ja sijainnin määrittävät verkkosuunnittelu sekä tuleva käyttötarve. (Weckman & Yli-Jama 2003, 7.)

Korkeiden mastojen värityksen ja valaistuksen määrää Ilmailulaitos. Rakennuttajan on pyydettävä maston rakentamisesta Ilmailuasetuksen 1§ 118/96 mukaisesti lausunto Ilmailulaitokselta. Lausuntoa ei tarvitse pyytää, jos maston korkeus on korkeintaan kolmekymmentä metriä ja se ei sijaitse lentopaikan läheisyydessä. Yli 30 metrin korkeuteen maanpinnasta ulottuvat kohteet katsotaan lentoesteiksi, jotka tulee varustaa tarvittaessa lentoestemerkinnöin. Merkitsemisen tarve riippuu maston korkeuden ohella sen etäisyydestä lentopaikkaan. (Weckman & Yli-Jama 2003, 8.)

Mastoa, tuulivoimalaa, nosturia, valaistus-, radio- tai muuta laitetta, rakennusta, rakennelmaa tai merkkiä ei saa asettaa, järjestää tai kohdistaa siten, että sitä voidaan erehdyksessä pitää ilmailua palvelevana laitteena tai merkinä. Rakennelma tai

laite ei saa myöskään häiritä ilmailua palvelevia laitteita tai lentoliikennettä tai aiheuttaa muutoin vaaraa lentoturvallisuudelle. (L. 7.11.2014/864, 158 §.)

Lentoestelupa tarvitaan, jos este:

- ulottuu yli 10 metrin korkeuteen maan- tai vedenpinnasta ja sijaitsee lentopaikan, kevytlentopaikan tai varalaskupaikan kiitotien ympärillä olevan suorakaiteen sisällä, jonka pitkät sivut ovat 500 metrin etäisyydellä kiitotien keskilinjasta ja lyhyet sivut 2 500 metrin etäisyydellä kiitotien kynnyksistä ulospäin
- ulottuu yli 30 metrin korkeuteen maan- tai vedenpinnasta ja sijaitsee edellisessä kohdassa tarkoitetun alueen ulkopuolella mutta kuitenkin enintään 45 kilometrin etäisyydellä lentoaseman mittapisteestä
- ulottuu yli 60 metrin korkeuteen maan- tai vedenpinnasta ja sijaitsee edellä esitettyjen alueiden ulkopuolella
- läpäisee lentoesterajoituspinnan tai esteellä on vaikutusta lentomenetelmien estevarakorkeuteen. (L. 7.11.2014/864, 158 §.)

Jos lupaehdoissa vaaditaan lentoestevalot, huolehditaan niiden toimivuudesta välittömästi maston pystyttämisen jälkeen (Mastokohteen rakentamisohje 2011, 5). Pala palalta koottava masto varustetaan väliaikaisella määräykset täyttävällä lentoestevalolla, jos rakennustyö jää pimeäksi ajaksi kesken (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 16).

Ilmailulaitoksen ohjeissa esitetään lentoestevalojen väri, sijoituspaikka, valokeilan kulma, valovoimakkuus sekä valotyyppi. Valotyyppi on joko jatkuvasti palava tai vilkkuva valo. (Weckman & Yli-Jama 2003, 8.)

Lentoestemaalaus toteutetaan Ilmailulaitoksen määräämillä värisävyillä, jotka ovat puna-oranssi ja valkoinen. Lentoestevärejä vuorotellaan tasavälein koko maston korkeudella. Jos lentoestemerkintöjä ei tarvita, jätetään maston pinta maalaamattomaksi. Maalaamaton, sinkitty pinta on aluksi vaalean harmaa, mutta tummuu ajan kuluessa. (Weckman & Yli-Jama 2003, 8.)

2.5 Maston lähiympäristöön sijoittuvat rakenteet

Mastojen lähiympäristöön sijoitetaan antennilaitteiden toiminnan kannalta vaatimia rakenteita. Mastopaikalle raivataan ja rakennetaan tieyhteys. Myös mastoa ympäröivä piha-alue raivataan ja rakennetaan osoitetussa laajuudessa. Tieyhteyden ja piha-alueen tarkoituksena on mahdollistaa maston rakentaminen sekä mastossa sijaitsevien antennilaitteiden asentaminen ja huoltaminen. Tieyhteys sekä piha-alue sijoitetaan mastoon nähden asemapiirustusten mukaisesti. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 3–4.)

Mastotielle asennetaan maanomistajan kanssa sovittuun paikkaan tien aiheettoman käytön estävä, lukittava ajoeste. Ajoeste voi olla joko sivuun käännettävä puomi tai sivuun siirrettävä ketju. Ketju merkitään kiinteällä tahattoman törmäämisen estävällä kyltillä. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 3–4.)

Mastossa tulee olla yleisten määräysten mukaiset tikkaat sekä kiinteät kiipeämisturvavälineet. Ulkoa kiivettävissä mastoissa suositellaan ensisijaisesti käytettävän turvakiskoa. Osa käytössä olevista vanhemmista mastoista on varustettu selkäkaarella. Pienissä sisältä kiivettävissä mastoissa ei ole kiinteitä kiipeämisturvavälineitä. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 15.)

Mastoissa, joista kiinteät kiipeämisturvavälineet puuttuvat tai niiden käyttö ei ole mahdollista, varmistetaan kiipeäminen henkilökohtaisilla putoamissuojaimilla tai väliaikaisilla putoamissuojainjärjestelmillä. Mastojen kunnostustoimenpiteiden yhteydessä kiinnitetään huomiota kiipeämisturvallisuuden parantamiseen. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 15.)

Maston runko varustetaan kiipeilyesteellä tai vaihtoehtoisesti mastopiha aidataan. Harustetussa mastossa harusten alapäät merkitään kelta-mustin varoitusvärein vähintään 2 metrin korkeudelle maasta. Lisäksi maston tulee täyttää ilmailuviranomaisen näkyvyysvaatimukset. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 15.)

2.5.1 Laitetila

Laitetilan perustukset tehdään maston maanrakennustöiden yhteydessä. Perustukset ovat tavallisimmin teräsbetonisia, määrämittaan katkaistuja lyöntipaalelementtejä tai vaihtoehtoisesti laattaperustuksia. Laitetilakuvassa esitetään perustuselementtien pituus, lukumäärä ja jako tai perustuslaatan mitat. Lisäksi laitetilakuvassa esitetään laitetilaan liittyvien varausputkien tai kaapeleiden sijainnit. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 3–4.)

Laitetila sijoitetaan piha-alueelle asemapiirustuksessa esitetyllä tavalla. Laitetila sisältää tukiasema- ja kiinteistötekniset laitteet. Laitetila toimitetaan kohteeseen, kun maston perustustyöt on saatu päätökseen, yleensä ennen maston kasaamista. Tukiasemalaitteet voidaan sijoittaa myös ulkotukiasemaan, joka on kooltaan noin 80 x 90 x 200 cm suuruinen metallivaippainen laatikko. Ulkotukiasema voi palvella vain yhtä teleyritystä. (Weckman & Yli-Jama 2003, 9.)

Laitetilasta tulee löytyä seuraavat mastoa koskevat tiedot

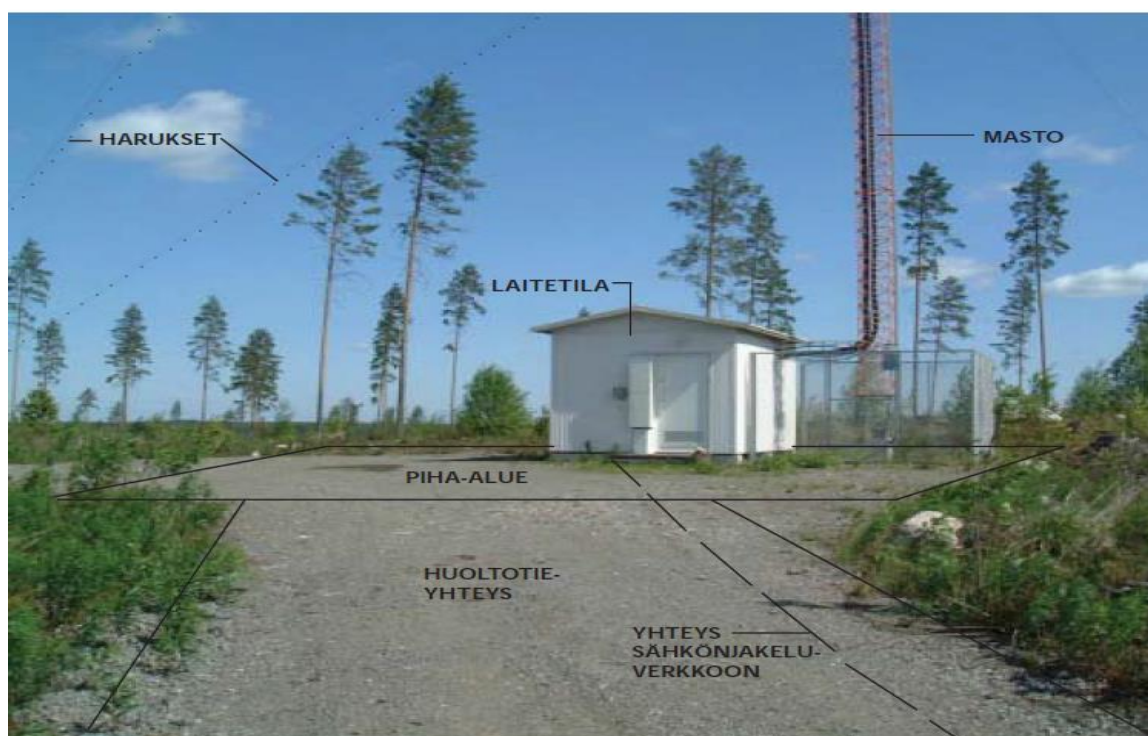
- laiteaseman nimi ja omistaja
- maston valmistaja, tyyppi ja korkeus
- tiedot maston käyttöönotosta ja viimeisimmistä suoritetuista huolloista
- laitteen omistaja ja yhteystiedot
- tiedot sekä toimintaohjeet mastossa työturvallisuutta vaarantavista laitteista
- laitteen sijainti mastossa ja turvallisen työskentelyn suojaetäisyydet
- ohjeet laitteen poiskytkentään tai mahdolliseen katkosmenettelyyn
- mastotyyppiä koskevat mahdolliset rajoitukset, kuten mastossa samanaikaisesti työskentelevien henkilöiden enimmäislukumäärä. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 13.)

2.5.2 Kaapelivaraukset

Liittymäkaapelia ja kuluttajamaadoitusta varten kaivetaan laitetilasta päätepylväälle oja. Sähköyhtiö tai mastourakoitsija asentaa sähkökaapelit ojaan ja peittää sen sähköyhtiön ohjeiden mukaan. Jos kaapeleita ei ole rakennusaikaan saatavilla, asentaa

mastourakoitsija varausputket kaivantoon vetonaruin varustettuina. Putken päät tulpataan ja merkataan näkyviin huomiokepein sekä kirjataan dokumentaatioon. Mastourakkaan kuuluvat myös muut järjestelyt sähköjakeluyhtiön kanssa, kuten aikataulutus ja mittarointipyynnön laatiminen. Tilaaja tai tilaajan edustaja allekirjoittaa sähköliittymissopimuksen. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 5.)

Sähkökaapelin ja kuluttajamaadoituksen kaivutöiden yhteydessä maahan kaivetaan laitetilaan liittyvälle telekaapelille varausputket. Telekaapelin varausputken pään sijainnin osoittaa teleoperaattorin urakoitsija. Telekaapelin varausputkien sijoittuminen laitetilaan osoitetaan laitetilakuvassa. Mastourakoitsija asentaa kaivantoon varausputket, jotka varustetaan vetonaruin. Putken päät tulpataan ja merkataan näkyviin huomiokepein sekä kirjataan dokumentaatioon. Kaivanto peitetään yleisten määräysten mukaan. Teleoperaattorin urakoitsija vastaa tukiasemalaitteiden kytkemisestä sekä antennien asentamisesta mastoon. Kuviossa 2. havainnollistetaan maston lähiympäristöön liittyvät rakenteet.



Kuvio 2. Maston lähiympäristöön liittyvät rakenteet (Weckman & Yli-Jama 2003, 9).

2.5.3 Varoituskyltit

Mastosta ulkopuolisille aiheutuva vaara huomioidaan varoituskyltein. Maston runkoon tai sitä ympäröivään aitaan kiinnitetään ”Mastoon kiipeäminen kielletty” ja ”Varokaa hengenvaara” sekä tarvittaessa säteilyvaarasta varoittava kyltti. Putoavien jäiden aiheuttamasta vaarasta varoitetaan tarvittaessa ”Varokaa mastosta putoavia jäitä” – kyltillä. Putoavista jäistä varoittavat kyltit asennetaan todennäköisiin lähestymissuuntiin. Varoituskyltin etäisyys mastoon tulee olla vähintään maston korkeuden verran. Tukiasemilla, joilla havaitaan voimakasta jäätymistä, tulee tarvittaessa olla riittävä katos, joka takaa turvallisen kulun asemalle. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 15–16.)

Maston runkoon kiinnitetään varoituskyltti ”Mastoon kiipeäminen rajoitettu! Lue laitetilassa oleva turvaohje!”, jos mastossa tai sen välittömässä läheisyydessä on työturvallisuutta vaarantavia laitteita. Kyseisiä laitteita ovat mm. väestöhälytin, suuritehoinen säteilylähde, pyörivä tutkalaite tai tuuligeneraattori. Varoituskylttien lisäämisestä huolehtii maston omistaja. Lisäksi maston omistajan tulee varmistaa, että tarkemmat tiedot sekä tarvittavat toimintaohjeet työturvallisuutta vaarantavien laitteiden osalta ovat laitetilassa näkyvällä paikalla. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 15–16.)

2.6 Liikennealueiden suunnittelu

Pihaa ja tietä suunniteltaessa huomioidaan maston pystytyksen ja kokoonpanovaiheen vaatima tilantarve sekä tarvittavan nosturin kulku mastopaikalle. Tarpeetonta maanvaihtoa ja muuta maarakentamista pyritään välttämään. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 3–4.)

Tien ja pihan kantavat ja jakavat maakerrokset tehdään routimattomasta materiaalista. Kerrospaksuudet mitoitetaan pohjamaan kantavuuden mukaisesti. Tien ja pihan pintarakenne tehdään maksimiraekooltaan 16 mm sepelistä tai murskesorasta. Pintarakenteen paksuus tehdään vähintään 50 mm paksuna kerroksena. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 3–4.)

Mahdolliset pintavedet ohjataan piha-alueen ohitse ojittamalla piha-alueen ympäristö. Tien sivusta ojitetaan tarvittaessa pintavesien poisjohtamiseksi. Ennakoitavissa oleviin vedenkerääntymiskohtiin sijoitetaan tien alittavat rumpuputket, jotta vältetään tien rakennekerrosten poishuuhtoutumiselta. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 3–4.)

2.7 Perustamistavan suunnittelu

Jokaisella mastotyyppillä on omanlaisensa perustamistapansa. Perustukset tehdään mastotoimittajan tekemien rakennesuunnitelmien mukaisesti. Perustustavan ja koon määrää niin mastotyyppi, mastoluokka, maston korkeus, maston omat ja ulkoiset kuormitukset kuin myös maaperä, jolle rakennetaan. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 3–4.)

Anturaperustusten koko mitoitetaan siten, että varmuus maapohjan murtumista vastaan on riittävä. Perustusten painumat ja painumaerot tulee pystyä perustettavan rakenteen sietämissä rajoissa. Yleensä anturaperustuksen paksuus on niin suuri, että sitä voidaan pitää kantavaan maapohjaan verrattuna jäykkänä. Maanvaraiset perustukset perustetaan roudattomaan syvyyteen tulevasta maanpinnasta mitattuna eli routimattomaan perustussyvyyteen. Pysyviä rakenteita ei tule rakentaa jäätyneen maan varaan, jotta myöhemmät painaumat estetään. (RT RakMK-21228 2003, 8.)

Suomen kallioperä on kestävyydeltään normaalisti rakoilleenakin riittävä rakennusten ja rakenteiden perustaksi. Perustamista rikkilouhitulle ja tiivistetylle kalliopohjalle käsitellään kuten perustamista erittäin kantavalle maapohjalle. Kallion ollessa täysin rapautunutta käsitellään sitä suunnittelussa ja mitoituksessa yleensä kuten tiivistä moreenia. (RT RakMK-21228 2003, 9–10.)

Rakennus perustetaan paalujen varaan syvemmällä olevalle kantavalle maakerrokselle tai kalliolle, jos

- rakenteen perustaminen maan varaan ei perustusten kuormitusten aiheuttamien painumien
- siirtymien

- kiertymien suuruuden
- maapohjan murtumisen tai
- riittämättömän vakavuuden takia ole mahdollista. (RT RakMK-21228 2003, 10.)

Paaluperustus suunnitellaan kestävänsä rakenteesta sekä ulkopuolisista kuormista perustukselle siirtyvät kuormitukset ja maan aiheuttamat kuormitukset. Paalutettujen perustusten siirtymien on pysyttävä sallituissa rajoissa. (RT RakMK-21228 2003, 10.)

3 MASTON VALMISTELEVAT TYÖT

Maston valmistelevien töiden osiossa käsitellään ennen varsinaisen maston rakentamiseen liittyviä tarveselvityksiä, lupahakemuksia, maaperätutkimuksia sekä kaapelikartoituksia.

3.1 Tarveselvitys

Jatkuvasti kehittyvä matkaviestinverkko lisää mastojen tarvetta etenkin taajaan asutuilla alueilla. Mastojen rakentamisen lisätarve johtuu suuremmasta tiedonsiirtonopeudesta, mikä edellyttää pienempää etäisyyttä tukiaseman ja päätelaitteen välillä. Tukiasemien määrä määräytyy näin ollen sekä teknologian että matkapuhelimia käyttävien ihmisten mukaan. (Weckman & Yli-Jama 2003, 6.)

Ennen lupaprosessiin ja maston rakentamiseen ryhtymistä tehdään mastolle tarveselvitys. Alueen kuuluvuusongelmat kartoitetaan ja arvioidaan vaihtoehtoisia ratkaisuja. Vaihtoehtoisia ratkaisuja tehdessä tarkastellaan, voiko olemassa olevaa mastoa korottaa ja tukiasemia parantaa. Muiden lähistöllä olevien mastokohteiden käyttäminen selvitetään. Lisäksi tarkastellaan voiko tukiaseman sijoittaa esimerkiksi valmiiseen rakennukseen, kuten kerrostalon katolle. Jos uuden maston rakentamiseen päädytään maston rakennuttaja, kunta ja tarvittaessa ympäristökeskus arvoivat yhdessä mahdollisten rakentamiskohteiden soveltuvuutta maston rakentamiseen. (Weckman & Yli-Jama 2003, 27.)

3.2 Lupahakemukset

Mastojen rakentaminen on tiukasti säänneltyä. Lupakäytännöllä varmistetaan, että rakentaminen huomioi maisemalliset ja muut arvot. Maston rakentamiseen tarvitaan rakennus- tai toimenpidelupa. Rakennus- tai toimenpideluvan ratkaisee kunnan rakennusvalvontaviranomainen. (Teknologiateollisuus ry.)

Maston rakentamiseen haettaessa rakennus- tai toimenpidelupaa, lupahakemukseen liitetään

- selvitys hankkeen vaikutuksista maisemaan ja naapureihin
- selvitys hakijan lähimmistä suunnitelluista muista mastoista
- selvitys siitä, onko maston tarkoitusta palvelevia yleiseen televerkkoon jo kuuluvan maston vapaita antennipaikkoja käytettävissä. (A 10.9.1999/895 64 §.)

Rakennuslupahakemukseen on varsinaisen hakemuslomakkeen lisäksi sisällyttävä kunkin kunnan vaatimat yleiset asiakirjat, jotka yleisimmin ovat

- 1:500 asemapiirros, josta käy ilmi hankittavan tontin rajat ja pinta-ala, kulkuyhteydet, aidat ja niiden rakenne, mastoon liittyvän laittilan ulkomitat, pinta-ala, tilavuus ja ilmastointitapa sekä laittilan, maston ja harusten sijoittuminen maastoon koordinaateilla ja korkeusmitoilla
- pääpiirustukset mastosta ja laittilasta sisältäen käyttötarkoituksen, materiaali- ja mitoitustiedot sekä väriyksen
- ilmailulaitoksen lausunto, mikäli se on tarpeen
- rakennuspaikan hallintaselvitys tai valtakirja, jolla osoitetaan oikeus hakea rakennuslupaa
- lupaviranomaisen vaatimat viralliset karttaotteet
- tuore kiinteistörekisteriote
- selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista sekä
- selvitys naapureiden kuulemisesta. (Weckman & Yli-Jama 2003, 30.)

Arvioidessa edellyttääkö maston rakentaminen rakennuslupaa vai onko toimenpide lupa riittävä, selvitetään maston korkeuden ja rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus. Lisäksi selvitetään maston suunnitellun sijaintipaikan ympäristölliset vaatimukset. Rakennuslupan tarve saattaa ympäristötekijöiden asettamien vaatimuksien vuoksi koskea vähäisempää mastoa kuin jollakin toisella, vähemmän herkällä alueella. Myös maston korottaminen edellyttää lupaharkintaa. (Weckman & Yli-Jama 2003, 29.)

Suurehkoja, maisemaan tai muutoin ympäristöön merkittävästi vaikuttavien mastojen rakentaminen katsotaan edellyttävän rakennuslupaa. Oikeuskäytännössä 60

metriä korkean maston rakentamisen katsotaan edellyttävän rakennuslupaa. Rakennuslupaa ratkaistaessa otetaan huomioon voimassaoleva kaava ja sen kaavamääräykset. Suunnittelutarvealueella huomioidaan rakennusluvan erityiset edellytykset ja ranta-alueilla rannan suunnittelutarve. (Weckman & Yli-Jama 2003, 29.)

Rakennuslupahakemuksen vireille tulosta ilmoitetaan naapureille. Ilmoittaminen ei ole välttämätöntä hankkeen vähäisyyden, sijainnin tai kaavan sisältö huomioon ottaen, mikäli se on naapurin edun kannalta ilmeisen tarpeetonta. Maston laajan näkyvyyden vuoksi suositellaan myös muiden kuin rajanaapurikiinteistön omistajan tai haltijan kuulemista. Kuuleminen suositellaan laajennettavan sellaisten kiinteistöjen omistajiin ja haltijoihin, joiden rakentamiseen tai muuhun maankäyttöön maston rakentaminen olennaisesti vaikuttaa. Kuulemiseen ei lain mukaan kuitenkaan ole velvoitetta. Pelkkä maston näkyminen kiinteistölle ei yksin ole riittävä peruste kuulemiselle. (Weckman & Yli-Jama 2003, 31–32.)

3.3 Maaperätutkimus

Maston perustusten pohjatutkimukset tehdään vähintään rakennusvalvontaviranomaisten edellyttämässä laajuudessa. Mastotien pohjatutkimus tehdään vain, mikäli perustamisolosuhteiden vaativuus sitä edellyttää. (Mastokohteen rakentamisohje 2011, 3.)

Jos rakennuspaikalta on käytettävissä kaavoituksen tai muissa yhteyksissä tehtyjen pohjatutkimusten tuloksia tai muita laajuudeltaan ja laadultaan riittäviä tietoja, ei pohjatutkimusta tarvitse tehdä helppoissa ja vaativissa pohjarakennuskohteissa. Kyseisten tietojen perusteella pohjarakenteiden suunnittelu ja pohjarakentaminen voidaan toteuttaa luotettavasti ja turvallisesti. (RT RakMK-21228 2003, 3.)

Ennakolta tehty asiantuntijan suorittama maastokatselmus voi riittää selvitykseksi helppoissa pohjarakennuskohteissa. Katselmuksen perusteella tehdyt päätelmät rakennuspaikan pohjasuhteista on tällöin aina esitettävä kirjallisesti ja liitettävä rakennuskohteen muihin suunnitelma-asiakirjoihin. Perustukset tehdään mastotoimittajan tekemien rakennesuunnitelmien mukaisesti. (RT RakMK-21228 2003, 3.)

Rakennusvalvontaviranomaisen on tarvittaessa määrättävä rakennusluvassa, että ennen rakentamisen aloittamista kunnan asianomaisen viranomaisen on huolehdittava rakennuksen paikan ja korkeusaseman merkitsemisestä hyväksytyjen piirustusten mukaisesti. (L 17.1.2014/41, 149 b §.) Kuvassa 1. esitetään merkattu mastopaikka, josta ilmenee kaadettavat puut, maston keskipiste sekä tontin rajat.



Kuva 1. Merkattu mastopaikka

3.4 Alueella sijaitsevat kaapelit

Ennen maanrakennustyöhön, metsätyöhön, vesirakennustyöhön taikka muuhun telekaapeleita mahdollisesti vaarantavaan työhön ryhtymistä työn suorittaja selvittää sijaitseeko työalueella telekaapeleita. Vaaran välttämiseksi teleyrityksen on annettava maksutta tarpeelliset tiedot sekä ohjeet telekaapeleiden sijainnista. (L 7.11.2014/917, 241 §.)

Rakennettavaan kohteeseen suoritetaan maastonäyttö kaapelin ollessa erityisen merkittävä toiminnaltaan tai sen vaurioituminen aiheuttaa poikkeavan vaaratilanteen. Maastonäytöissä selvitetään teleoperaattorin edustajan toimesta kaapeleiden tai rakenteiden tarkka sijainti. Teleoperaattorin edustaja merkitsee kyseisen kaapelireitin maastoon joko maalimerkinkein tai merkkikepein. Maastonäyttöä tulee olla

vastaanottamassa kaivutyömaan edustaja. Maastonäytön yhteydessä teleoperaattorin edustaja luovuttaa alueesta sijaintikartan. (DNA, Elisa, Finnet & Telia Sonera, 2–3.)

Kohteisiin joihin maastonäyttöä ei suoriteta, luovutetaan alueesta urakoitsijalle sijaintikartta. Sijaintikarttaan merkitään teleoperaattorin hallinnoimien kaapeleiden ja rakenteiden sijaintitiedot. Sijaintikarttojen tarkkuus on pääsääntöisesti $\pm 0,5\text{m}$. Kaivutyön päätyttyä sijaintikartat hävitetään asianmukaisesti. Sijaintikartalta puuttuvat kuitenkin pääosin tontilla olevat kiinteistön omat johdot, joiden selvittämisvelvoite on kiinteistönomistajalla. (DNA ym. 2.)

Kaapelin esiin kaivaminen suoritetaan erityistä varovaisuutta noudattaen. Ennen konekaivua varmistetaan kaapelin suunta ja syvyys käsityövälinein. Konekaivu, samoin kuin kaikenlainen muukin kaapeleita mahdollisesti vaurioittava koneella työskentely on kielletty 0,5 m lähempänä kaapelireittiä. Kivisessä maastossa konekaivuetäisyyttä suurennetaan harkinnan mukaan. Talvella kaapeleiden ja putkien läheisyydessä kaivaminen edellyttää jäätyneen maaperän sulattamista. (DNA ym. 3.)

Kaapeleiden läheisyydessä tehtävistä räjäytystöistä ilmoitetaan erikseen kolmea työpäivää ennen kyseisen työn aloittamista. Räjäytystyö ja suojaustoimenpiteet suoritetaan siten, etteivät kaapelit tai muut rakenteet pääse vaurioitumaan. (DNA ym. 4.)

Kaapeleita ei tule siirtää paikasta toiseen ilman pakottavaa syytä. Jos kaapeleiden siirto on välttämätöntä suorittaa työn teleoperaattorin urakoitsija, ellei siirtotyöstä Tilaajan kanssa ole muuta sovittu. Tiedot kaapeleiden uusista sijainneista saatetaan kaikissa tapauksissa kyseisen teleoperaattorin tietoon. (DNA ym. 3.)

Tapahtuneesta vauriosta ilmoitetaan välittömästi kyseiselle teleoperaattorille. Vähäiseltäkin tuntuvista vauriosta kaapelissa tai rakenteissa tulee aina ilmoittaa. Vaurioitettuja kaapeleita tai rakenteita ei tule peittää ennen teleoperaattorin edustajan tarkastuskäyntiä. (DNA ym. 4.)

4 PUTKIMASTON MAANRAKENNUSTYÖT

Ennen putkimaston maanrakennustöihin ryhtymistä hankitaan alueesta ajan tasalla oleva kaapelikartta tai tarvittaessa pyydetään maastonäyttöä. Raivaustöiden aloittamisen yhteydessä huolehditaan, että kunnan viranomaisen suorittama mastopaikan merkkäus ei häviä raivaustöiden yhteydessä. Merkattuna olleet maston keskipiste sekä tontin rajat kiinnitetään linjakeppien. Linjakepit sijoitetaan niin, että niistä voidaan päätellä maston keskipiste sekä tontin rajat, vaikka alkuperäiset merkinnät häviäisivät. Ulkopuolisten pääsy estetään aitaamalla rakennusalueelle. Putkimaston maanrakennustyön osiossa käsitellään raivaus- ja kaivutöihin liittyviä yleisohjeita.

4.1 Raivaustyöt

Mastopaikan sekä tien raivaus tehdään maanomistajan kanssa sovitussa laajuudessa. Ylimääräistä puunkaatoa vältetään. Poistettavaksi määrätyt puut käsitellään puiden omistajan kanssa sovittujen ehtojen mukaisesti. Puutavara käsitellään metsätöissä yleisesti käytettyjen periaatteiden mukaisesti sovittujen ehtojen puuttuessa. (RT 14–11005 2010, 65.)

Poistettava kasvillisuus eritellään hyötypuuksi ja muuksi kasvillisuudeksi. Hyötypuulla tarkoitetaan noin 1,3 metrin korkeudella halkaisijaltaan yli 80 mm:n puuta. Jätepuulla tarkoitetaan sitä ohuempia puita sekä pensaita ja hakkuujätteitä Poistettavat puut kaadetaan, karsitaan ja katkotaan. Työn aikana huolehditaan, että puihin ei synny lohkeamia, ruhjeita ja että puita ei liata. Valmis puutavara varastoidaan ottaen huomioon omistussuhteet, kulkutiet, kuljetusmahdollisuudet sekä ilmajohtojen vaatimat turvaetäisyydet. (RT 14–11005 2010, 65.)

Hyötypuuksi kelpaamaton puusto, pensaat, aluskasvillisuus, metsänkaatojätteet ja raivausjätteet käsitellään asianmukaisesti. Rakentaja poistaa jätepuun, jos omistaja ei halua korjata puuta talteen. Poistettavan puujätteen hyötykäyttö energiana selvitetään. Puujätettä ei saa sijoittaa suoja-alueille, esimerkiksi pohjaveden muodostumisalueille. (RT 14–11005 2010, 65.)

Mahdollisesti suojattavat puut, muut kasvit, siirtolohkareet, kallioalueet, kosteikot yms. osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa ja merkitään maastoon ennen työn aloittamista. Säilytettävät puut ja pensaatsuojataan niin, että kasvien oksisto, runko, tyvi ja juuristo eivät vahingoitu alueella työskennellessä. (RT 14–11005 2010, 67–68.)

4.2 Kaivutyöt

Pintamaa poistetaan asemapiirustuksessa ja työn aikana osoitetuilta alueilta. Kasvualustaksi kelpaava pintamaa sekä muuhun rakennustarkoitukseen, kuten verhoiluun, kelpaavat kaivumassat varastoidaan tarkoitukseen osoitetuille paikoille. Varastointi ei saa haitata pintavesien virtausta. Rakentamiseen kelpaamaton maa- ja kiviaines kasataan erikseen sille osoitettuun paikkaan. Rakentamiseen kelpaamaton pintamaa toimitetaan jätelain ja paikallistenohjeiden mukaisesti käsiteltäviksi. (RT 14–11005 2010, 70.)

Maston perustuksien kaivanto tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Kaivutyöt tehdään kaivantosuunnitelmissa esitetystä laajuudesta siten, että varmuus sortumista vastaan säilyy kaikissa olosuhteissa. Työssä otetaan huomioon työturvallisuuden edellyttämät toimet kaivannon luiskien sortumisen ja muiden vahinkojen estämiseksi. (RT 14–11005 2010, 71.)

Pohjarakenteissa pohjamaan ollessa häiriintymisherkkää savea, silttiä tai silttimoorenia alimman kerroksen tiivistämisessä vältetään pohjan häiriintymistä. Häiriintymisen estämiseksi perustus kaivetaan 250 mm ylisyväksi. Pohjalle asennetaan käyttöluokaltaan sopiva suodatinkangas ja 250 mm mursketta. Haitalliseksi arvioidut kivet ja lohkareet poistetaan kaivupohjalta. Putkimaston perustusten routasuojaus toteutetaan viemällä perustukset roudattomaan syvyyteen. (RT 14–11005 2010, 71.)

Kaivanto pyritään pitämään kuivana pumppaamalla kaivantoon joutuvat vedet kaivannon pohjalle tehdystä pumppukuopasta. Kaivantoon joutuva vesi johdetaan pumppukuoppaan avo-ojilla. Vallirakenteilla sekä niskaojilla estetään pintavesien joutuminen kaivantoon. Pohjavedenpintaa alennetaan tarkoitukseen soveltuvalla kalustolla, jos kaivannon kuivana pito suoraan kaivannosta pumppaamalla ei ole

mahdollista. Pohjavedenpinnan alentamiseen ryhdytään luiskun vakavuuden tai pohjan hydraulisen murtumisvaaran takia. (RT 14–11005 2010, 71.)

Pakkaskaudella huolehditaan, ettei maanpohja pääse jäätymään. Tarvittaessa esiin kaivettu maanpohja suojataan peittein. Maanvaraisia perustuksia ei tule perustaa routineen ja jäisen maan päälle. Sulalle pohjalle tehtävällä perustuksella estetään tulevat painumat. Täytettävältä alueelta poistetaan lumi ja jää. Perustusten alustäytöt tehdään soralla tai murskeella. Materiaalin tulee olla sekarakeista, hyvin rapautumista kestävä ja rapautumatonta. (RT 14–11005 2010, 79.)

5 PUTKIMASTON PERUSTUSTYÖT

Putkimaston perustustyöt tapahtuvat pitkälti maasto-olosuhteissa. Näin ollen mahdollisiin konerikkoutumisiin varaudutaan ennakkoon. Työvaiheet pyritään valmistelemaan mahdollisimman pitkälle, jotta työskentely maastossa sujuisi vaivatta.

Valmistelevia työvaiheita ovat muun muassa anturamuottien tekeminen, pilarimuottien sahaaminen vastaamaan suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä mittoja, pulttikehikon kasaaminen sekä työvaiheissa käytettävien materiaalien hankkiminen. Putkimaston perustustöissä käsitellään raudoitus-, muotti-, betonointi-, täyttö- sekä laite-tilan perustustöihin liittyviä yleisiä ohjeita.

5.1 Muottityöt

Parhaiten muottitekniikoista mastorakentamiseen soveltuu lauta- ja levymuottitekniikka, anturoiden ja pilareiden koon vaihdellessa kohteittain. Putkimaston muottitöissä anturamuotit tehdään yleisimmin 22x100 mm laudasta. Pilareissa yleisin käytetty muottimateriaali on filmipintainen reunasuojattu vaneri. Terässiteitä käytetään pilarin muottitöissä nopean asentamisen ja siteiden kestävyysjohdosta. Vaihtoehtoisesti tukirakenteena voidaan käyttää puusta tehtyjä muottisiteitä. Muottisiteiden jakoväliksi suositellaan 250–350 mm. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 213.)

Vaikka suurin osa putkimaston perustuksista jää maan alle peittoon, pyritään silti mahdollisimman laadukkaaseen betonipintaan. Laadukkaaseen betonipintaan pyrittäessä tulee muotteja sekä muottipintoja huoltaa työmaan aikana. Muottipinnat puhdistetaan jokaisen valukerran jälkeen. Betonin tarttumista muottipintaan pyritään vähentämään käyttämällä muottiöljyä. Muottiöljyä levitetään muotin pintaan mahdollisimman vähän ja tasaisesti, jotta öljyvalumat eivät heikennä betonipinnan ulkonäköä. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 213–214.)

Ennen betonointitöitä kiinnitetään huomiota muottien tiiveyteen, saumoihin sekä tukirakenteisiin. Muotit tarkastetaan suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä pituuksia, si-

jaintia sekä mittoja vastaavaksi. Lisäksi tarkastetaan, että muottipinnat ovat huolellisesti puhdistettu sekä öljytty. Tarkastuksesta tehdään merkintä esimerkiksi betonointipöytäkirjaan. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 239.)

Anturamuotit nostetaan tasatun kaivannon pohjalle ja kasataan suunnitelma-asiakirjoja vastaavaksi. Anturamuottien oikea sijainti tarkastetaan suuntakepeistä ja muotit tuetaan oikeille paikoilleen.

Vanerilevyistä tehdyn pilarin muottityöt sijoittuvat betonoinnin yhteyteen. Pilarin muottityöt suoritetaan, kun anturan betoni on saavuttanut riittävän lujuuden ja kestää pilarimuotin painon. Pilarimuotti tuetaan teräksestä tai puusta tehdyin muottisitein. Pilarimuotin täyttäessä suunnitelma-asiakirjojen vaatimukset huolehditaan muotin tuennasta.

Pilarimuotin päälle asennetaan levyyn kiinnitetty kehä peruspultteja syrjällään olevien tukipuiden varaan. Pulttikehä on valmiiksi koottu kehä peruspultteja, jonka avulla putkimasto kiinnittyy perustuksiin. Pulttikehä asetellaan niin, että suunnitelma-asiakirjoissa esitetyt mittavaatimukset täyttyvät. Pulttikehän peruspulttien sijainti sekä rauditus osoitetaan kuviossa 4.

Muotit puretaan, kun betoni on kovettunut riittävästi. Lujuuden on oltava vähintään 5 MPa. Muotit puretaan vahingoittamatta rakennusosia. Muotteja purkaessa noudatetaan varovaisuutta, että muottipintaa ei turhaa vahingoiteta. (RT 14–11016 2010, 146.)

Muotit varastoidaan työmaalla asianmukaisesti. Pilarimuotteina käytettävien vanerilevyjen välivarastointi vaakatasossa maata vasten tuhoaa nopeasti muottipinnan ja altistaa vanerilevyt kosteudelle. Kosteuden kasvu heikentää merkittävästi vanerilevyjen lujuutta. Vanerilevyjen lujuuden heikentyessä vähenevät myös levyn käyttökerrat. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 214.)

Kuljettaessa muotteja huolehditaan, että muottien väliin ei ole jäänyt muottipintoja painavia kiviä, betonikappaleita, nauvoja tai muuta muottipintaa vahingoittavia kappaleita. Muotit kuljetetaan valupinnat vastakkain. Kappaletavarasta tehtyjen muottien puutavara ja muottivanerit käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 214.)

Puhdas pintakäsitlemätön ja kyllästämätön puutavara voidaan hävittää polttamalla, jolloin se voidaan hyödyntää lämmityksessä. Vanerilevy voidaan hävittää polttamalla muun puun yhteydessä. Lämpötilan tulee olla niin korkea, että palaminen tapahtuu mahdollisimman täydellisesti. Kierrätykseen kelpaamaton jäte käsitellään, kuljetetaan ja hävitetään valmistajan sekä viranomaisten määräysten ja ohjeiden mukaan. (RT 14–11016 2010, 146.)

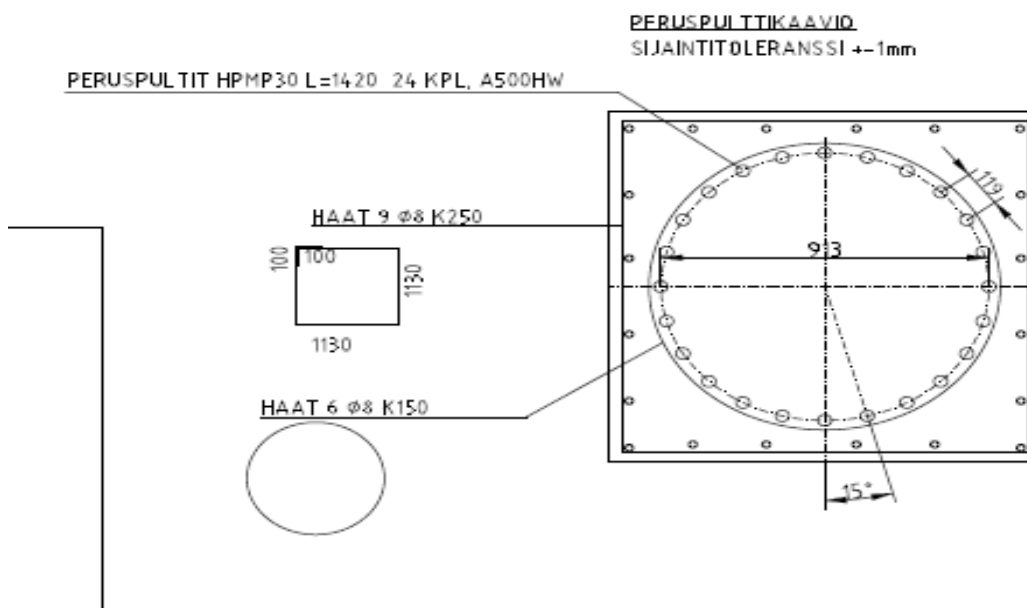
5.2 Raudoitustyöt

Raudoitus suunnitellaan niin, että se annettujen toleranssien puitteissa mahtuu rakenteeseen ja ettei suunnitelma-asiakirjoissa esitetty betonipeite alitu. Teräksen pituuden ollessa yli 2000 mm ovat pääraudoituksen sijainnin sallitut mittapoikkeamat normaaliluokassa ± 30 mm ja erikoisluokassa ± 20 mm. (RT 14–11016 2010, 147.)

Raudoitustöissä käytetään teräksiä, jotka ovat Suomessa voimassa olevien kansallisten tai kansalliseksi vahvistettujen standardien vaatimusten mukaisia. Teräs ei saa olla niin ruostunut, että se heikentää teräksen tartuntaa tai muita sen toiminnallisia ominaisuuksia. Ruostumisen takia teräksen halkaisija saa pienentyä enintään 2,5 %. Raudoitusta tukevien välikkeiden tulee olla ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne eivät heikennä rakenteen ominaisuuksia. Välikkeet ovat betonisia, muovisia, tai teräksisiä määrämittäisiä kappaleita, joilla raudoitus tuetaan ja saadaan aikaan oikeamittainen betonipeite. (RT 14–11016 2010, 147.)

Ennen raudoittamista teräkset puhdistetaan irtonaisesta ruosteesta, liasta, rasvasta, jäädästä ja muista tartuntaa huonontavista aineista. Raudoitustöissä sidontaan käytetään sidontakoukkuja sekä 1 mm:n paksuista ja noin 400 mm pituista sidontalankaa. Myös sidelankojen tulee täyttää betonipeitevaatimukset. Raudoitteet sidotaan toisiinsa ja tuetaan muotteihin välikkeiden avulla. Raudoitus tulee olla niin tukevasti sidottu, ettei se betonoitaessa tai muiden työvaiheiden aikana siirry pois paikoiltaan tai saa aikaan haitallisia mutkia. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 280.)

Raudoitustyöt suoritetaan paikanpäällä tehtynä. Raudoitustyöt suoritetaan niin, että tehollista korkeutta ja betonipeitettä koskevat vaatimukset täytetään. Raudoitusta



Kuvio 4. Peruspulttikehän sijainti- ja raudoituspiirustus

5.3 Betonointityöt

Ennen betonointitöihin ryhtymistä tehdään kirjallinen betonityösuunnitelma. Muotit ja raudoitus tarkastetaan ennen betonoinnin aloittamista. Betonointi tehdään suunnitelman mukaisesti. Betonin tulee täyttää muotit tarkkaan ja ympäröidä raudoituksen. Betonin saatavuus tulee varmistaa hyvissä ajoin. (RT 14–11016 2010, 146.)

Betoni valetaan muottiin siten, että se pysyy tasalaatuisena. Betonin tulee täyttää muotti tasaisena ja halutun vahvuisena kerroksena. Tasaisesti betonoitaessa varmistetaan, että betoni tulee tiivistettyä kokonaisuudessaan samalla tiivistysteholla. Tasainen kerros varmistaa myös sen, että betoni liittyy saumattomasti muotissa jo ennestään olevaan tuoreeseen betonimassaan. Betonointi suoritetaan normaalisti maksimissaan 0,3 – 0,5 metrin kerroksina. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 317.)

Betonimassan vapaa pudotuskorkeus pidetään mahdollisimman pienenä erottumisvaaran vuoksi. Vapaa pudotuskorkeus on korkeintaan 1-1,5 metriä. Korkeissa muotteissa, kuten pilarimuotissa, käytetään valusuppiloita tai -sukkia betonimassan va-

paan pudotuskorkeuden rajoittamiseksi. Varsinkin karkean runkoaineen erottuminen ja siitä aiheutuva kivipesien ja onkaloiden muodostuminen on virheellisen käsittelyn seurausta. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 318.)

Anturat ovat normaalisti väljästi betonoitavia rakenteita. Anturan betonointi suoritetaan joko pumppu- tai ränniautolla mahdollisuuksien mukaan. Antura valetaan yleensä omina valuina, jolloin anturan ja pilarin väliin tulee työsauma siihen kuuluvineen teräksineen. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 326.)

Anturan saavutettua riittävän kovuuden suoritetaan pilarin muottityöt. Pilarimuottien betonointi järjestetään valusukkien, -suppiloiden tai -putkien avulla. Betonimassa valetaan pilarimuottiin 250–300 mm kerroksina, jotka tiivistetään sauvatärytintä käyttäen. Betonointi päättyy yleensä lopulliseen pintaan. Lopullinen betonipinta tehdään tavallisesti joko puulla tai teräksellä hiertäen. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 326.)

5.3.1 Betonin tiivistystyöt

Betonin tiivistämisen tarkoituksena on saada betoni täyttämään muotit sekä ympäröimään rauditus täydellisesti. Betonin tiivistämisellä massasta poistetaan ylimääräinen ilma ja betonin runkoaineen osaset saadaan hakeutumaan lähemmäksi toisiaan. Muottiin sijoitettu betoni tiivistetään huolellisesti ja järjestelmällisesti. Betonimassa tiivistetään siten, että betonimassa tiivistyy kauttaaltaan ja jokainen uusi massakerros liittyy aikaisemmin valettuun betoniin. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 322.)

Betonimassa on riittävästi tiivistynyt, kun ilmakuplien nousu pintaan on lakannut ja massan pinta tiivistämisessä käytetyn tärysauvan läheisyydessä tasoittuu ja alkaa kostua. Liian pitkä ja tehokas tiivistäminen saattaa aiheuttaa osa-aineiden erottumisen massasta. Muotin vaurioituminen saattaa olla mahdollista liian pitkällä ja tehokkaalla tiivistämisellä. Tiivistystyössä käytettävä tärysauva vedetään massasta niin hitaasti, että sen tekemä aukko varmasti sulkeutuu. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 325.)

Valunopeudet sovitetaan tiivistyskaluston tehon ja massan ominaisuuksien mukaan. Liian suuren valunopeuden johdosta saattaa betonimassasta erottuva vesi jäädä suurten kivien ja vaakasuunnassa olevien terästankojen alle. Tästä aiheutuu kyseisiin kohtiin suuria huokosia, mahdollisesti jopa onkaloita. Ennen betonin sitoutumista tapahtuvalla jälkitiivistyksellä voidaan mahdolliset halkeamat ja onkalot saada sulkeutumaan. (Betonitekniiikan oppikirja By 201 2004, 319.) Kuvassa 2. kuvataan putkimaston anturan betonointitöitä.



Kuva 2. Putkimaston anturan betonointityöt

5.3.2 Betonin jälkihoito

Betonin jälkihoito aloitetaan mahdollisimman pian tiivistyksen jälkeen. Jälkihoidon tarkoituksena on saada aikaan olosuhteet, joissa valettu rakenne kovettuu moitteettomasti saavuttaen suunnitellun loppulujuuden.

Jälkihoito voidaan tehdä:

- kastelemalla betonirakennetta
- jälkihoitoaineita levittämällä
- suojaamalla betonirakenteet kuivumiselta betonoinnin päätyttyä. (Betonitekniiikan oppikirja By 201 2004, 331.)

Putkimaston perustustöissä betonoidun rakenteen ympäristö täytetään asiaankuuluvalla täyttömateriaalilla sekä tiivistetään. Maan kosteus pitää betonin kosteana, jolloin kovettumisreaktio jatkuu mahdollisimman pitkään. Näkyville jäävä betonirakenteen pinta hiotaan ja suojataan. Betonirakenteen suojaaminen estää veden haihtumisen sekä ulkoiset haittavaikutukset. Suojaamiseen voidaan käyttää muottia, muottikalvoa, muovikalvolla päällystettyjä mineraalivillamattoja tai ruiskutettavia jälkihoitoaineita. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 332.)

Talvella rakennettaessa huolehditaan, että näkyville jäävä pilarinosa lämpösuojataan. Suojaamisella varmistetaan, että betoni saavuttaa jäätymislujuuden. Talviolosuhteissa suojaamiseen voidaan käyttää mattoja tai lämpöeristettyä muottia. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 332.)

5.3.3 Talvibetonointi

Vuorokauden keskilämpötila ollessa +5 °C tai alhaisempi, varaudutaan talvibetonoinnin vaatimiin toimenpiteisiin. Kylmällä säällä betonoitaessa tehdään työstä talvibetonointisuunnitelma. Talvibetonoinnissa varmistetaan, ettei betoni pääse jäätymään ennen kuin se on saavuttanut jäätymislujuuden. Jäätymislujuus osoittaa rajan, jonka alapuolella betoni jäätyessään vaurioituu. Jäätymislujuus on kaikilla lujuusluokilla 5 MN/m². (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 342–344.)

Lumi ja jää poistetaan muoteista, raudoituksesta sekä betonointialustasta ennen betonointia. Lumen ja jään poistaminen voidaan tehdä esimerkiksi höyrylämmityksellä. Tarvittaessa lumen pääsy muotteihin estetään peittämällä muotti. (Betonitekniikan oppikirja By 2012004, 365.)

Lujuudenkehityksen nopeuttamiseen on useita vaihtoehtoja. Useimmiten käytetyt menetelmät ovat:

- lujuusluokan nosto
- lisäaineiden käyttö
- lämpökäsittely
- nopeasti kovettuvan betonin käyttö
- kuumen betonin käyttö. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 372.)

Nopeasti kovettuvan sementin käyttö on perusteltua kylmissä olosuhteissa. Nopeasti kovettuvaa sementtiä käytettäessä lämpö- ja lujuuskehitys on voimakkaampaa verrattuna normaaliin sementtiin. (Betoniteollisuus ry.)

Talvella käytettäviä lisäaineita ovat kiihdyttimet, joilla voi olla myös jäätymispistettä alentava vaikutus. Pakkasbetoni kovettuu veden jäätymispistettä alentavan lisäaineen vaikutuksesta jopa -15 °C lämpötilassa. Pakkasbetoni ei ole tarkoitettu kokonaisten rakenneseosien valuun. Se ei myöskään sovi pakkasrasitteellisiin kohteisiin. (Betoniteollisuus ry.)

Kuumabetoni lämmitetään betoniasemalla huomattavasti normaalisti toimitettavaa betonia kuumemmaksi betonin lujuudenkehityksen nopeuttamiseksi ja työmaalla tapahtuvan lämmitystarpeen pienentämiseksi. Kuumabetonin käyttö ei kuitenkaan poista betonin lämmitystarvetta. (Betoniteollisuus ry.)

Muottiin valetun betonin riittävästä kovettumislämpötilasta huolehditaan lämpöeristyksellä ja suojauksella. Suojaustoimenpiteet aloitetaan heti betonoinnin päätyttyä. Suojamateriaalin tulee olla tiivis ja lämpöä eristävä. Suojaaminen ja peittäminen tehdään

- lämmön säilyttämiseksi
- lämpötilaerojen pienentämiseksi
- lämmitysenergian säästämiseksi
- kosteuden haihtumisen estämiseksi. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 370.)

Lankalämmityksessä rakenteeseen sijoitetaan ennen valua muovipäälysteiset vastuslangat. Vastuslangat soveltuvat hyvin lisälämmityksenä muiden lämmitysmenetelmien yhteydessä. Vastuslangan lämmitysmenetelmä soveltuu hyvin perustusrakenteiden ja pilareiden lämmittämiseen. Lankalämmitykseen vaadittava sähköteho rajoittaa valujen kokoa. Laaja-alaisiin valuihin lankalämmitysmenetelmä ei sovellu. (Betoniteollisuus ry.)

Kuumailmalämmityksessä suojattua ilmatilaa lämmitetään betonirakenteen alapuolella tai ympärillä. Lämmintä ilmaa tuotetaan öljy-, kaasu-, sähkö-, kuumavesi- tai

höyrykäyttöisillä kuumailmapuhaltajalla. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2004, 380.)

5.4 Täyttötöyt

Täyttötöyössä materiaalina käytetään hiekkaa ja sitä karkeampia tiivistettävissä olevia kivennäismaalajeja tai murskeita. Suurin sallittu raekoko on 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Täytöt tiivistetään huolellisesti. Huolellisella tiivistyksellä estetään maston perustuksien liikkuminen ulkoisten rasitusten johdosta. Täyttömateriaalin ei tule sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä maa-aineksia. Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus määräytyy käytettävissä olevan tiivistyskaluston ja tiivistettävän maalajin perusteella. (RT 14–11005 2010, 78–79.)

Kaapelien tai varausputkien asennusalusta tehdään kaapelien suojatäytön materiaalista. Muoviputkien alla asennusalustana käytettävän luonnonkiviaineksen suurin sallittu raekoko on 10 % putken nimellimitasta. (RT 14–11005 2010, 83.)

Kaapelikaivantojen täyttö tehdään materiaalilla, joka sopii kaikille kyseisen kaivannon suojaputkille ja kaapeleille. Alkutäyttö tehdään hiekasta, sorasta tai murskeesta, joka täyttää saman putken asennusalustan materiaalille esitetyt vaatimukset. Hiekkasuojatun kanavan alkutäyttömateriaali levitetään asennetun putkirivin päälle siten, että hiekka valuu putkien väliin ja alle. (RT 14–11005 2010, 82.)

Liikennöitävällä alueella lopputäyttö tehdään tiivistämiskelpoisella kivennäismaalla. Liikennöitävän alueen ulkopuolella käytetään kaivannon lopputäytössä yleensä kaivumaita. (RT 14–11005 2010, 83.)

5.5 Laitetilan perustustyöt

Laitetilan perustukset asennetaan maanrakennustöiden yhteydessä. Tavallisimmin perustukset ovat teräsbetonisia, määrämittaan katkaistuja lyöntipaaluelementtejä tai laattaperustuksia. Suunnitelma-asiakirjojen laitetilakuvassa esitetään lyöntipaaluelementtien pituus, lukumäärä ja jako tai vaihtoehtoisesti tulevan laattaperustuk-

sen mitat. Laitetilakuvassa esitetään myös laitetilaan liittyvien kaapeliauukkojen sijainnit, joihin mahdolliset varausputket tai kaapelit asennetaan. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 4.)

Laitetilakuvassa osoitetut varausputket tai kaapelit asennetaan maanrakennustöiden yhteydessä. Laitetilaan liittyvien kaapeliauukkojen kohdalle asennetaan halkaisijaltaan 110 mm varausputket. Varausputket suunnataan sähkönsyöttökaapelin tulosuuntaan sekä teleyhtiön urakoitsijan osoittamaan paikkaan. Varausputket varustetaan vetolangoin. Varausputket kallistetaan laitetilasta poispäin ja ulotetaan piha-alueen ulkopuolelle. Varausputkien päät tukitaan ja sijainnit merkitään merkitsemiskepeillä sekä kirjataan dokumentaatioon. Laitetila toimitetaan kohteeseen, kun perustustyöt ovat saatu päätökseen. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 4.)

6 PUTKIMASTON MAADOITUSTYÖT

Tärkein keino ukkosen aiheuttamien vaaratilanteiden ja vaurioiden torjumiseksi on ukkosen vaikutukselle alttiiksi joutuvien laitteiden ja rakenteiden kunnollinen maadoittaminen. Maadoituksia tehdään lisäksi sähköturvallisuuden takia, häiriöiden torjumiseksi sekä radiotaajuisten maan aikaansaamiseksi, erityisesti vertikaaliantennien yhteydessä. (Taimisto, 5.)

Maadoitustapa selvitetään ennen maston rakentamista. Ohjearvona on 10 Ω (ohmia). Maanalaisissa maadoituksissa materiaalina voidaan käyttää ruostumatonta terästä tai paljasta kuparia. Maanalaisissa liitoksissa liitosmenetelminä hyväksytään hitsaus, juotos tai valuun perustavat liitokset. Liitoksissa huomioidaan liitoksien yhteensopivuus sekä korroosion kestävyys. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 6.)

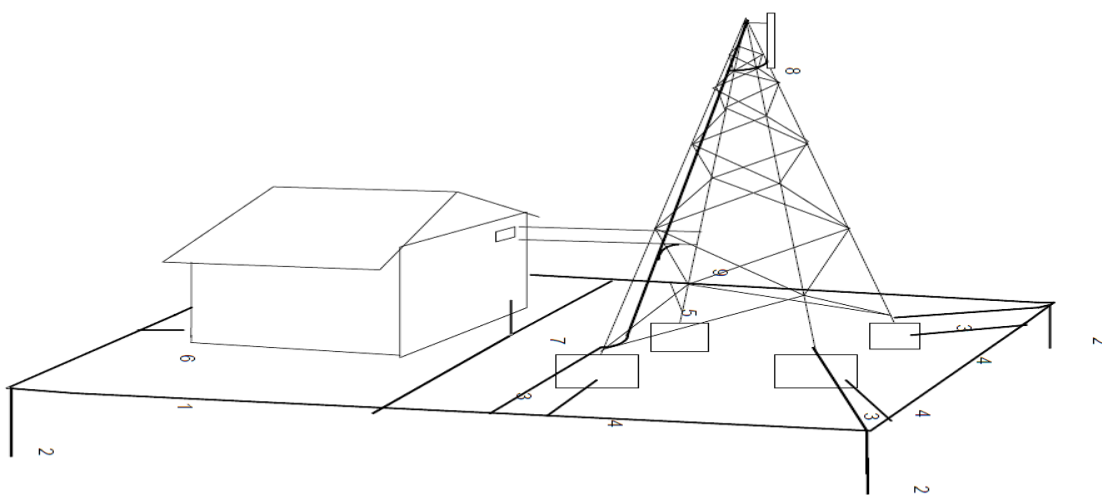
Putkimaston maadoitustöissä käydään lävitse vapaasti seisovan nelijalkaisen maston maadoitustyöt, jota sovelletaan putkimaston maadoitustöissä. Osiossa käsitellään myös laittilan maadoitustyöt.

6.1 Vapaasti seisovan maston maadoitustyöt

Vapaasti seisovan nelijalkaisen maston maadoitus:

1. Maston maadoitukset tehdään maadoituskaapeli lenkillä, joka kiertää maston ja laittilan ympäri. Maadoituksena käytetään joko ruostumatonta lattaterästä 50mm² tai paljasta kuparia 25mm².
2. Vapaasti seisovan maston kohdalla maadoitussauvat liitetään maadoituslenkin kulmiin. Sauvojen on oltava joko kuparoitua terästä tai ruostumatonta terästä. Sauvoja tulee olla vähintään kaksi kappaletta, pituuden ollessa vähintään 1,5 m.
3. Mastojalat liitetään maadoituslenkkiin.
4. Mastoperustusten betoniraudat yhdistetään maadoituslenkkiin. Yhdistäminen tehdään hitsausliitoksella.

5. Maston huippuun menevä maadoitus tehdään 16 mm² eristetyllä kupari-kaapelilla, mikä päätetään alhaalta vaihtoliittimellä maadoituskiskoon ja ylhäältä mastorunkoon.
6. Maadoituslenkin päät yhdistetään laittilan päämaadoituskiskoon.
7. Maadoituslenkistä vedetään varaus maadoituskiskoa varten kaapeli sisäänmenon kohdalle. Maan alle jäävän kiepin pituus katsotaan tapauskohtaisesti.
8. Mastossa antennin maadoitus tehdään vähintään 16 mm² eristetyllä kupari-kaapelilla ja yhdistetään mastossa olevaan teräsvaijeriin vaihtoliittimillä.
9. Laittilan ja maston välinen kaapelitikas maadoitetaan 25 mm² KeVillä maston maadoituskiskoon.
10. Aidallisissa paikoissa aidan maadoitus tehdään siten, että aita, ovi ja niihin liittyvät osat ovat kauttaaltaan maadoitettu toisiinsa. Maadoitus liitetään vähintään kahdesta pisteestä maston maadoituselektrodiin. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 7.)
11. Kuviossa 5. havainnollistetaan edellä mainitut kohdat.



Kuvio 5. Vapaasti seisovan maston maadoitus
(Mastokohteen rakentamisopas 2011, 10).

6.2 Laitetilan maadoitustyöt

Sähkösyötön mukana tuodaan kuluttajamaadoitus laitetilan päämaadoituskiskolle. Laitetilan päämaadoituskiskojen sijainti esitetään laitetilakuvassa. Mastourakoisija kytkee maadoituslenkin päät laitetilan päämaadoituskiskoon. Maadoituskiskoon kytetään kaikki ulkoa tuotavat rakennuksen maadoituselektrodit. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 9.)

Maadoitukset ja kaapeliliitokset tehdään tarkoitukseen suunnitelluilla työkaluilla, menetelmillä ja materiaaleilla. Kaapelityypin vaihtuessa varmistetaan, tarvitseeko siirtymäliitintä käyttää. Lisäksi varmistetaan, että liitokset ja kaapeli tulevat kunnolla asennetuiksi. Maadoituskaapeleissa ei saa olla jyrkkiä mutkia. Säievahvuus ulostulevissa maadoituskaapeleissa on oltava vähintään 1 mm. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 9.)

Maanrakennustyöt ovat valmiit, kun rakennuspaikka sopeutuu ympäristöön ja alue on maisemoitu siistiksi. Maston perustustyöt ovat valmiit, kun teräsbetonirakenne ja laitetilan perustukset vastaavat suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä piirustuksia.

7 PUTKIMASTON PYSTYTUSTYÖT

Putkimaston kokoamis- ja pystytystyöt suoritetaan, kun perustustöissä tehdyt betonirakenteet ovat saavuttaneet riittävän lujuuden ja rakenteita voidaan kuormittaa.

7.1 Putkimaston kokoamistyöt

Putkimasto toimitetaan rakennuspaikalle sovittuun aikaan ja paikkaan. Toimituksen järjestämisestä huolehtii mastourakoitsija. Masto kootaan purun yhteydessä pihalueelle tukipuiden varaan vaaka-asentoon. Kasaaminen tapahtuu suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Mutterit ja pultit kiristetään piirustuksissa osoitettuun momenttiin. Liitos viimeistellään rikkomalla pultin kierre.

Koottuun mastoon asennetaan määräysten mukaiset tikkaat ja turvakiskot asianmukaisilla kiinnikkeillä. Putkimaston sisälle asennetaan kasaamisvaiheen yhteydessä maadoitus, joka liitetään huipulta maston runkoon. Pystytysvaiheen jälkeen kyseinen maadoitus liitetään yhteen perustusten maadoitukseen.

7.2 Putkimaston pystytystyöt

Nostotyöt suunnitellaan ennakolta. Vaativien ja yhteisnostojen osalta vaatimus on kirjattu myös säädöksiin. Noston suunnitteluvastuu on työnjohdolla, mutta usein myös kuljettaja osallistuu noston suunnitteluun. (INFRA ry nosturijaosto 2012, 9.)

Noston suunnittelun tärkeimmät tekijät lyhyesti:

- nostettavat taakat ja niiden painot sekä painopisteet
- nostoon osallistuvien henkilöiden ammattitaito
- käytettävät nosturit ja niiden käyttörajoitukset
- ajoneuvonosturin tukien alustan kantavuus, vakavuus, kaltevuus ja painumattomuus varmistetaan
- nostoreitit, sääolosuhteet
- suojavyöhykkeet, ympäristön eristäminen
- alusta, jolle nostetaan

- nostoapulaitteet
- kiinnitykset ja niiden varmistaminen
- noston johtaminen ja valvonta
- varottavien rakenteiden merkintä
- varottavat sähköjohdot, esimerkiksi voimavirtajohdot. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, liite I.)

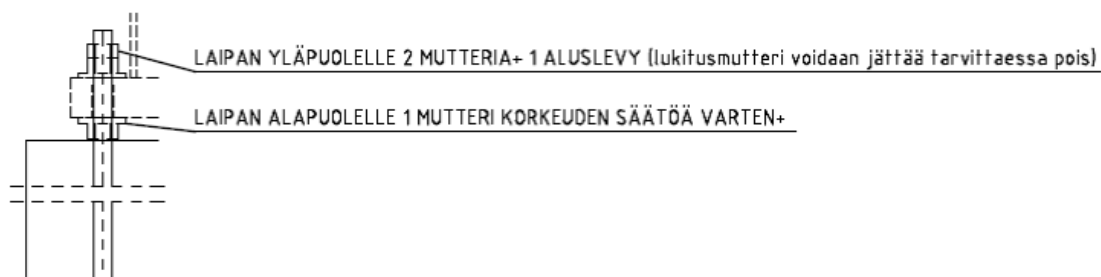
Putkimaston pystytys tapahtuu yhtenä nostona. Kootun putkimaston paino osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. Nostokorvake sijaitsee maston viimeisen laipan ja ristikon kohdassa. Nostossa käytetään asianmukaista nostoketjua, joka suojataan ennen nostoa suojakankaalla. Nostoketjun suojaamisella pyritään välttämään maston sinkkipinnan naarmuuntumista. Nosturilla yksin nostaessa on syytä maston tyven alle lisätä maahan painumisen estävä levy.

Työturvallisuuden kannalta nosto suositellaan suorittamaan yhdellä riittävän suurella nosturilla kuin useamman nosturin yhteisnostona. Mikäli nosturin kapasiteetti ei riitä taakan nostamiseen tai taakka on sen muotoinen, ettei sitä voi hallita yhdellä nosturilla suoritetaan nosto yhteisnostona. Yhteisnostosta tehdään nostosuunnitelma. Yhteisnostolla estetään maston tyven raahautumista maata pitkin sekä maston nostaminen vaaka-asennosta pystyyn helpottuu. (INFRA ry nosturijaosto 2012, 9.) Kuvassa 3. havainnollistetaan putkimaston yhteisnostoa.



Kuva 3. Putkimaston nosto yhteisnostona

PERUSPULTIN JA MASTON ASENNUSOHJE



Kuvio 6. Putkimaston liittyminen perustuksiin

Kuviossa 6. esitetään putkimaston liittyminen perustuksiin. Perustuksissa maston laipan alle jäävät mutterit asetetaan vaakatasoon toisiinsa nähden ennen maston nostamista muttereiden varaan. Perustuksien varaan laskettu masto kiinnitetään kuviossa 6. esitetyllä tavalla. Laipan päälle tulevat mutterit kiristetään piirustuksissa osoitettuun momenttiin. Kuvassa 4. esitetään valmis pystytetty putkimasto. Kuvassa 4. näkyy osittain myös maston tikkaisiin kiinnitettävä kiipeilyeste sekä maston liittyminen maadoituksiin.



Kuva 4. Valmis pystytetty putkimasto

Pystytetyn putkimaston ja laittilan väliin kiinnitetään tikashylly myöhemmin mastosta laittilaan tulevia kaapeleita varten. Tikashylly kiinnitetään laittilan kantaviin rakenteisiin tukevasti. Mastoon kiinnitettävä hyllyn tulee tehdä niin, että se pääsee

liikkumaan vapaasti kannattimiensa päällä. Maston puoleisen pään suositellaan olevan laitetilaa alempana, jotta veden valumista laitetilaan ei tapahtuisi. (Mastokohteen rakentamisopas 2011, 4.) Kuvassa 5. esitetään tikashyllyn liittyminen laitetilaan.



Kuva 5. Tikashyllyn liittyminen laitetilaan

7.3 Käyttöönottotarkastus ja takuuajat

Ennen käyttöönottoa uusi masto tarkistetaan turvalaitteineen ja perustuksineen. Maston tarkastamisesta vastaa sen omistaja. Uudessa mastossa nostotöihin ryhtyminen on kielletty ennen kuin masto hyväksytään käyttöön otettavaksi. Hyväksytystä käyttöönotosta tehdään merkintä maston huoltotarraan. (ICT-alan työturvallisuusryhmä 2013, 9.)

Mastourakan takuuajat määritellään tilaajan/ostajan ja toimittajan/myyjän välisessä sopimuksessa. Tyypillisesti työlle ja materiaalille annetaan takuuajaksi 24 kk pystytyksestä. Virhevastuun osalta takuu aika on tyypillisesti 10 vuotta. (Huttunen 2015.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyöstä muotoutui yleisellä tasolla mastoja sekä mastorakentamista kuvaava. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda lukijalle yleinen käsitys mastoista, maston rakennusprosessin etenemisestä sekä kartuttaa omaa tietämystä. Mielestäni tavoitteisiin päästiin kohtuullisen hyvin huolimatta alun vaikeuksista. Uuden oppimista tapahtui ainakin omalta osalta ja mielestäni oli hyvä, että aiheeseen tuli perehdyttyä myös teorian tasolla. Opinnäytetyön edetessä pystyi vertailemaan teoriaa ja käytäntöä sekä miettimään, mitä työmaalla voisi tehdä jatkossa toisin.

Haasteen opinnäytetyön tekemiselle toi asianmukaisten ja ajan tasalla olevien lähteiden hankkiminen. Opinnäytetyön rajaamista vaikeutti käsiteltävän asian laajuus sekä aiemmin aiheesta tehtyjen opinnäytetöiden vähyys. Itse maston perustamisesta ei löytynyt ainuttakaan opinnäytetyötä, mikä johti työstä yleisellä tasolla mastoja kuvaavaan.

LÄHTEET

A. 10.9.1999/895 Maankäyttö- ja rakennusasetus

Betonitekniiikan oppikirja By 201. 2004. 6.painos. Lahti: BY-Koulutus.

Betoniteollisuus ry. Ei päiväystä. Toteutustekniikat. [WWW-dokumentti]. Helsinki. [Viitattu 1.10.2015] Saatavana: <http://www.valmisbetoni.fi/toteutus>

DNA, Elisa, Finnet & Telia Sonera. Ei päiväystä. Maanrakennustyöt ja teleoperaattoreiden tietoliikennelaitteet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.9.2015]. Saatavana: http://www.johtotieto.fi/public/files/Kaivuohje_sonera_elisa_dna_finnet_aina-com_v1.%2019.10.12.pdf

Mastokohteen rakentamisohje. 2011. Helsinki. Ecosite Oy. Julkaisematon.

Huttunen, M. 21.10.2015. Opinnäytetyön lähdetieto. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Tommi Rantala. [Viitattu 12.11.2015].

ICT-alan työturvallisuusryhmä. 2013. Mastotyön työturvallisuusohje. [Verkkojulkaisu]. Työturvallisuuskeskus TTK. [Viitattu 8.10.2015]. Saatavana: http://www.tyoturva.fi/files/4165/Mastotyön_työturvallisuusohje_2013.pdf

INFRA ry nosturijaosto. 2012. Turvallisuusopas ajoneuvonosturin kuljettajalle. [Verkkojulkaisu]. Työturvallisuuskeskus TTK. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavana: <http://www.nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/NOSTOKONEPALVELU/Vakuutukset/Autonosturiopas2012.pdf>

L 17.1.2014/41. Maankäyttö- ja rakennuslaki

L 7.11.2014/917. Tietoyhteiskuntakaari.

L 7.11.2014/864. Ilmailulaki.

RT 14–11005. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, talonrakennuksen maatyöt. Helsinki: Rakennustieto.

RT 14–11016. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, talonrakennuksen runkotyöt. Helsinki: Rakennustieto.

RT RakMK-21228. 2003. Määräykset ja ohjeet 2004. Helsinki: Rakennustieto.

Taimisto, S. Ei päiväystä. Radioamatööriaseman ukkossuojauksesta. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.10.2015]. Saatavana: <http://www.sral.fi/files/ukkossuojaus.pdf>

Teknologiateollisuus ry. Ei päiväystä. Tukiasemat ovat matkapuhelinverkon solmu-kohtia. [Verkkajulkaisu]. Helsinki. [Viitattu 1.9.2015]. Saatavana: <http://new.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/faktat-tukiasemista.html>

Weckman, E. & Yli-Jama, L. 2003. Mastot maisemassa. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 30.9.2015]. Saatavana: <http://80.248.162.134/oliver/upl337-masto-opas.pdf>

Wikipedia. 2015. Luettelo Suomen korkeimmista rakennuksista ja rakennelmista. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 12.10.2015] Saatavana: https://fi.wikipedia.org/wiki/Luettelo_Suomen_korkeimmista_rakennuksista_ja_rakennelmista